



Fédération de ressources pédagogiques

Philippe Vidal, Julien Broisin

► To cite this version:

| Philippe Vidal, Julien Broisin. Fédération de ressources pédagogiques. 2005. hal-00005713

HAL Id: hal-00005713

<https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00005713>

Preprint submitted on 29 Jun 2005

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Fédération de ressources pédagogiques

Vers la virtualisation des ressources pédagogiques : une architecture fédérée de systèmes de gestion de contenus d'apprentissage

Philippe Vidal, Julien Broisin

UPS-IRIT
118 route de Narbonne
31062 Toulouse Cedex 4
vidal,broisin@irit.fr

RÉSUMÉ. La virtualisation des ressources pédagogiques est devenue un aspect crucial de l'ELAH, et ce pour plusieurs raisons : (a) atteindre cet objectif pour faire face à l'évolution rapide des technologies et une nécessité d'apprentissage et de savoir-faire primordiale pour la survie de tous, (b) rendre nos outils attractifs et pérennes, et (c) se répartir la construction d'un patrimoine de ressources pédagogiques. De nombreux systèmes d'apprentissage existent aujourd'hui mais leurs ressources pédagogiques restent, le plus souvent, cloisonnées au sein de ces systèmes. Nous présentons dans cet article une architecture ouverte basée sur les standards prédominants de la FOAD, et qui supporte les fonctionnalités nécessaires à la virtualisation de ressources pédagogiques. Aussi nous exposons une expérimentation validant l'architecture proposée et qui offre une fédération de deux systèmes indépendants.

MOTS-CLÉS : ressources pédagogiques, architecture informatique, normes et standards.

1. Introduction

Même si les Environnements Informatique pour l'Apprentissage Humain (EIAH) sont de plus en plus répandus aussi bien dans les institutions publiques que privées, ils sont loin de représenter un moyen d'apprentissage utilisé par tous. Un moyen de contribuer à son développement est de mettre à disposition des utilisateurs une masse importante d'objets pédagogiques de nature variée tant au niveau des domaines d'apprentissage visés que du type de support numérique utilisé (texte, images, animations, simulations, questionnaires, applications logicielles spécialisées), ainsi que de la langue dans laquelle ils sont produits.

Une théorie ou concept peut être adopté de tous si (a) un nombre suffisant d'acteurs déploie cette approche dès son commencement, et si (b) ce chiffre progresse uniformément de façon durable. Lorsque le nombre d'utilisateurs atteindra un seuil critique, il augmentera alors de façon exponentielle. Ce point est appelé le « tipping point » [GLADWELL 02]. En effet, même si le Web propose aujourd'hui un large panel de ressources pédagogiques, il est souvent difficile de les identifier comme telles car leur description est insuffisante dans le dessein de les réutiliser dans un EIAH ; la qualité et la pertinence de la description sont des attributs importants pour des ressources utilisées dans un processus d'apprentissage.

Un grand nombre d'objets pédagogiques est cependant stocké dans des viviers de connaissance, ou Learning Object Repository (LOR), mais la plupart d'entre eux proposent des interfaces, systèmes d'authentification et formats de données propriétaires, isolant ainsi les informations qu'ils contiennent. Il apparaît alors clairement que leur interconnexion représenterait un moyen puissant pour permettre l'échange et la réutilisation par tous de ces ressources pédagogiques. L'accès à des ressources distribuées de tout type contribuerait à la mutualisation des ressources pédagogiques et à l'ouverture des dispositifs pédagogiques [FORTE & al. 97]. Dans ce contexte, les LORs doivent représenter des systèmes « interopérables ». L'interopérabilité peut être définie comme la « faculté que possèdent des ensembles informatiques hétérogènes de fonctionner conjointement et de donner accès à leurs ressources de façon réciproque » [ATICA 01]. De plus en plus de LORs mettent en œuvre les fonctionnalités et services requis pour être interopérables avec d'autres systèmes, et de récentes collaborations menées au sein de communautés nationales ou internationales s'orientent vers une fédération globale des ressources pédagogiques [TELECAMPUS 05] [CANCORE 05].

Suite à nos résultats sur la conception et le déploiement d'un LOR unique auquel nous avons associé un système de diffusion indépendant [VIDAL & al. 04] [BROISIN & al. 04] [VIDAL & al. 03], nous souhaitons ouvrir notre solution et nous orientons nos travaux vers la virtualisation des objets pédagogiques. « La virtualisation fournit une vue unique de toutes les ressources disponibles dans un réseau, ainsi que l'accès facile à celles-ci – peu importe la localisation des données » [IBM 05].

La virtualisation permet de mettre à disposition des utilisateurs d'un système de formation à distance un nombre considérable de ressources pédagogiques, tout en leur facilitant la recherche, l'acquisition, et la mise à disposition de ce matériel pédagogique. Dans notre approche, nous distinguons clairement deux objectifs à réaliser pour atteindre la virtualisation des objets pédagogiques, respectivement la fédération des ressources pédagogiques et la mutualisation des services qui leur sont associés. Nous présentons dans cet article une architecture support de ces deux concepts qui composent la virtualisation des ressources pédagogiques. Nous proposons ensuite une application s'inscrivant dans cette architecture et qui permet la fédération d'un ensemble de ressources pédagogiques stockés dans des LOR distincts. Toutes les ressources accessibles à travers la fédération sont contextualisées pour l'EIAH par l'usage de métadonnées et directement utilisables par des auteurs, étudiants, enseignants, mais aussi et surtout par les plates-formes de gestion d'apprentissage, ou Learning Management System (LMS). Notre solution qui prend en compte des normes et standards largement utilisés dans le domaine de l'EIAH doit être transparente aux utilisateurs ; bien que les systèmes demeurent des entités indépendantes, ils doivent représenter une vue virtuelle unique leur permettant d'être interrogés et utilisés simultanément comme s'ils constituaient une entité unique. La deuxième partie expose les différentes mutations des architectures des EIAH et met en avant les barrières qu'il reste à franchir. Nous présentons dans la troisième partie une architecture de virtualisation qui introduit un niveau supplémentaire et qui intègre les standards prédominants de la Formation Ouverte et A Distance (FOAD). La partie quatre illustre un scénario permettant une recherche fédérée ensuite validée par une expérimentation faisant intervenir deux LOR indépendants. Enfin, nous exposons les conclusions et perspectives de nos travaux.

2. Architectures existantes et normes associées

2.1. Evolution des architectures des EIAH

Lors de l'apparition de la Formation Ouverte et A Distance, trois fonctionnalités vitales ont été mises en avant pour la mise en œuvre d'un EIAH :

1. Un moyen de stockage des ressources pédagogiques produites.
2. Un ensemble de services offrant des opérations de traitement sur ces ressources pédagogiques.
3. Une interface dédiée à l'apprentissage à travers des fonctionnalités spécialisées et qui exploite les services disponibles sur les ressources d'apprentissage.

Les premiers systèmes des années 95 proposaient une application centralisée réalisant l'ensemble de ces fonctionnalités (Figure 1 – AC) [OWASIS 05], mais ce type d'architecture cloisonnée n'autorise aucun partage ou réutilisation des outils et matériels disponibles.

Les acteurs de FOAD se sont rapidement rendus compte de la nécessité de dissocier ces fonctionnalités, c'est-à-dire de décomposer un EIAH en un ensemble

complémentaire d'outils, chacun se focalisant sur une tâche spécifique. Ces ensembles de briques pourraient alors être réutilisés indépendamment les uns des autres. Les systèmes conçus au sein d'une même institution étaient destinés aux seuls membres de l'organisation, et mettaient en œuvre des solutions propriétaires qui n'avaient pas pour vocation de s'ouvrir vers les autres EIAH existants (Figure 1 – AP) [FORTE et al. 96]. Dans cet objectif, de nombreuses initiatives de normalisation sont apparues, qui ont permis à des systèmes d'intégrer d'autres environnements existants, mais sous la condition qu'ils respectent les mêmes spécifications (Figure 1 – AN) [CANCORE 05].

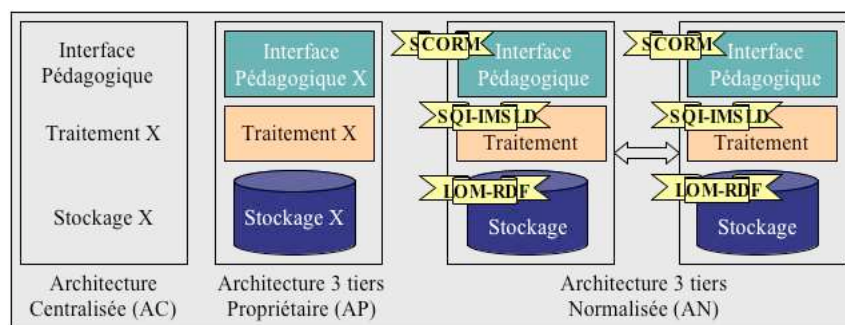


Figure 1. Evolution des architectures des EIAH

Un des objectifs de la normalisation consiste à améliorer la qualité des flux de données entre les composants liés à un environnement d'apprentissage pour faciliter et favoriser les échanges et travaux collaboratifs. Nous exposons maintenant les principales normes existantes qui permettent la séparation des différentes fonctionnalités.

2.2. Spécifications normatives

Pour chacun des trois niveaux de l'architecture, de nombreuses normes et standards ont émergés ces dernières années. Nous ne pouvons toutes les décrire ici, nous évoquons celles qui sont les plus abouties et largement répandues au sein d'EIAH.

Au niveau des interfaces pédagogiques, le SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) [SCORM 05] développé par ADL Co-Laboratory, l'University of Wisconsin et le Wisconsin Technical College System, définit des règles régissant l'instauration d'un modèle de gestion de l'apprentissage par l'utilisation du Web. Ce modèle a été conçu en vue de répondre aux exigences de haut niveau initiées en 1997 par le DoD (Department of Defense) des Etats-Unis en ce qui concerne le contenu de l'apprentissage basé sur le Web. Ces exigences de haut niveau sont leur réutilisabilité, leur accessibilité, leur durabilité et leur interopérabilité.

De nombreuses initiatives s'intéressent aux services et traitements requis dans un EIAH. La spécification EML-EUN de l'IMS Learning Design [IMS-LD 05] décrit les contenus et procédures utilisés dans une unité d'apprentissage ; toutefois, les

spécifications de l'interface correspondant à ces divers modèles n'ont pas été encore implémentées. L'interface du SIF (School Interoperability Framework) [SIF 05] s'intéresse à l'interopérabilité des données échangées entre systèmes d'informations scolaires et a développé une interface commune. De son côté, l'initiative Open Knowledge Initiative [OKI 05] fournit les spécifications pour un modèle flexible d'architecture fonctionnelle organisé autour d'une hiérarchie de composants, de classes et d'objets compatibles avec les spécifications produites par IMS et ADL SCORM. Enfin, le comité de normalisation CEN ISSS LT a défini une interface simple de requête (Simple Query Interface – SQI) pour accéder à des bases de ressources éducatives, quel qu'en soit le format. [SIMON et al. 04] présente l'ensemble des méthodes et mécanismes permettant de rechercher des objets pédagogiques au sein de LOR variés.

Au niveau du stockage des objets pédagogiques, les viviers de connaissance sont construits sur la base de la technologie des bases de données, mais enrichissent ce concept en associant aux ressources des ensembles de descripteurs qui favorisent la découverte, l'échange, et la réutilisation des objets pédagogiques. La qualité de la description d'une ressource pédagogique est un facteur décisif pour son partage et sa réutilisation, puisque cette description est la vue de l'objet au regard de l'utilisateur. Aussi, les métadonnées nous permettent de repérer plus efficacement les diverses ressources éducatives sur l'Internet en facilitant la recherche par descripteur ou par marqueur [SIMARD 02] [BOURDA & HELIER 00]. Parmi les initiatives de normalisation des métadonnées, nous pouvons citer le Dublin Core [DC 2005] qui représente un ensemble d'éléments simples mais efficaces pour décrire une grande variété de ressources, RDF [RDF 05] du W3C qui facilite le traitement des métadonnées, ou le LOM [IEEE 02] de l'IEEE. Ce dernier spécifie la syntaxe et la sémantique des métadonnées pédagogiques et définit les attributs nécessaires à une description complète des objets pédagogiques.

Même si toutes ces spécifications prétendent apporter une solution universelle pour le partage et la réutilisation, certaines problématiques doivent encore être étudiées.

2.3. Verrous à lever

Malgré les efforts de normalisation, nous constatons que les solutions d'intégration de différents systèmes basés sur l'architecture AN de la Figure 1 sont souvent limitées à une intégration point-à-point [FRIESEN & MALZOUMI 04] [MARAVALL & VIDAL 04]. Alors nous proposons l'élaboration d'une couche intermédiaire de médiation qui encapsule l'hétérogénéité cohabitante et persistante des solutions existantes. Ce niveau supplémentaire devra prendre en compte certaines exigences :

- Etre capable d'intégrer l'ensemble des solutions hétérogènes existantes tout en prenant en compte le caractère distribué des composants d'un EIAH.
- Fournir un mécanisme capable d'identifier les systèmes impliqués dans la collaboration ainsi que les utilisateurs de ces systèmes.

– Permettre des opérations de traitement telles que la recherche, la consultation, le téléchargement, ou le transfert de ressources pédagogiques à travers les différents composants.

Nous présentons maintenant notre architecture qui enrichit l'architecture AN de la Figure 1 en introduisant une couche de médiation.

3. Une architecture pour la virtualisation des ressources pédagogiques

Comme nous l'avons mentionné dans la section précédente, les acteurs de la FOAD portent un intérêt croissant pour le développement de standards visant l'ouverture des différents composants d'un EIAH. Nous proposons ici une architecture structurée en couches, technique de décomposition largement utilisée dans le développement de logiciels pour augmenter la réutilisation et l'interopérabilité. Nous avons introduit un niveau supplémentaire à l'architecture normalisée (Figure 1), ce qui résulte en une architecture globale divisée en quatre niveaux illustrés sur la Figure 2. Cette architecture permet à n'importe quel LMS d'atteindre l'ensemble des ressources stockées dans les LOR fédérés à travers une couche de médiation. Celle-ci invoque les services de fédération des LOR qui interrogent les différents systèmes fédérés et identifiés dans la requête pour accéder aux métadonnées et documents qu'ils possèdent.

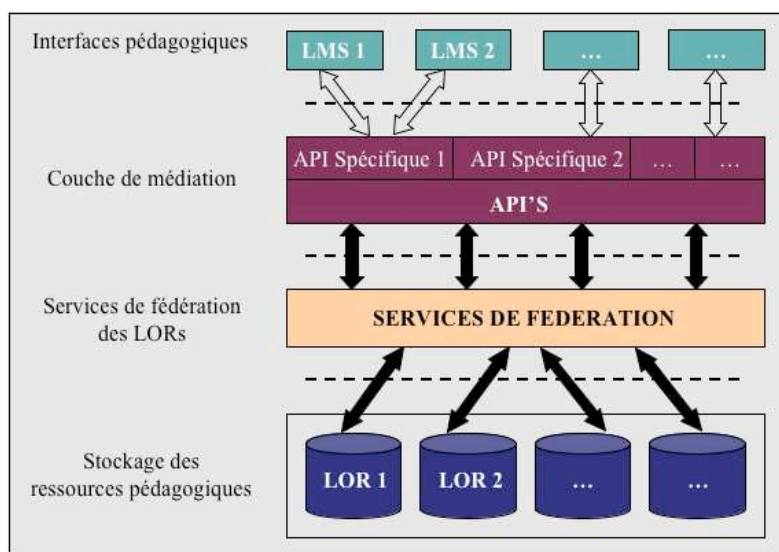


Figure 2. Une architecture pour la virtualisation

3.1. Interfaces pédagogiques

D'innombrables LMS existent aujourd'hui et se rapportent essentiellement aux processus d'apprentissage. L'objet de cette section n'est pas de discuter des fonctionnalités ou services nécessaires à l'Apprentissage à distance ; dans notre

architecture, nous nous attachons à intégrer ces systèmes à travers la couche de médiation.

3.2. Couche de médiation

Cette couche correspond au niveau intermédiaire entre les plates-formes de gestion d'apprentissage et les services de traitement des différents LOR ; elle est donc au centre de la problématique de la virtualisation des objets pédagogiques. En effet, cette couche doit être capable, dans un premier temps, de fournir une vue unique des ressources stockées au sein des multiples LORs, puis de rendre ces ressources directement accessibles aux LMS. Elle doit donc proposer une interface claire et simple d'utilisation qui permet de masquer la complexité du système global. Dans cet article nous nous focalisons sur l'interaction de cette couche avec les viviers de connaissance. Nous ne détaillerons pas dans cette section notre implémentation, c'est le but de la partie quatre.

3.3. Services de fédération des LOR

L'interface simple de requête SQI définit un formalisme de spécification d'interface qui offre des opérations d'authentification, de négociation, de recherche et de téléchargement. SQI satisfait un certain nombre de contraintes ; deux d'entre elles sont fondamentales dans un contexte de fédération :

- Les LORs communiquant via SQI peuvent être d'une nature fortement hétérogène : aucune contrainte liée au langage de requête ni au format de métadonnées ne doit être imposée.
- Deux services distincts supportent les requêtes en mode synchrone ou en mode asynchrone.

Les spécifications de métadonnées supportées représentent le format de résultat commun retourné par une requête ; SQI a pour ambition d'en n'imposer aucune. Toutefois, cette interface apparue au cours de l'année 2004 ne supporte pour le moment que deux types de format de métadonnées : Learning Object Metadata (LOM) XML binding et LOM RDF binding.

3.4. Stockage des ressources pédagogiques

Le dernier niveau de notre architecture correspond aux ressources pédagogiques qui sont renfermées dans les viviers de connaissance. Un point fort de ces LOR est la mise en place d'un référentiel unique de stockage (système de fichiers et base de données) qui permet à la fois de valider, publier et gérer des contenus de formation et leurs métadonnées associées. Ils jouent un rôle décisif au sein d'un dispositif pédagogique, comme le relève [MICHAU & POIX 03] dans sa proposition de carte organisationnelle qui souligne la prédominance du secteur Ressources Pédagogiques.

Nous avons donc identifié quatre couches nécessaires à la mise en place de notre virtualisation de ressources pédagogiques : interface pédagogique, couche de

médiation, services de fédération, et stockage des ressources pédagogiques. Nous allons désormais exposer un scénario offrant une recherche fédérée de ressources pédagogiques et illustrer ce scénario à travers une expérimentation basée sur l'architecture définie.

4. Scénario de fédération de ressources pédagogiques et expérimentation

A titre de prototypage, le scénario et l'expérimentation présentés ici correspondent à une requête en mode synchrone, sachant que les diverses étapes nécessaires à la mise en œuvre d'une requête asynchrone peuvent être trouvées dans ce document [SIMON & al. 04].

4.1. Scénario

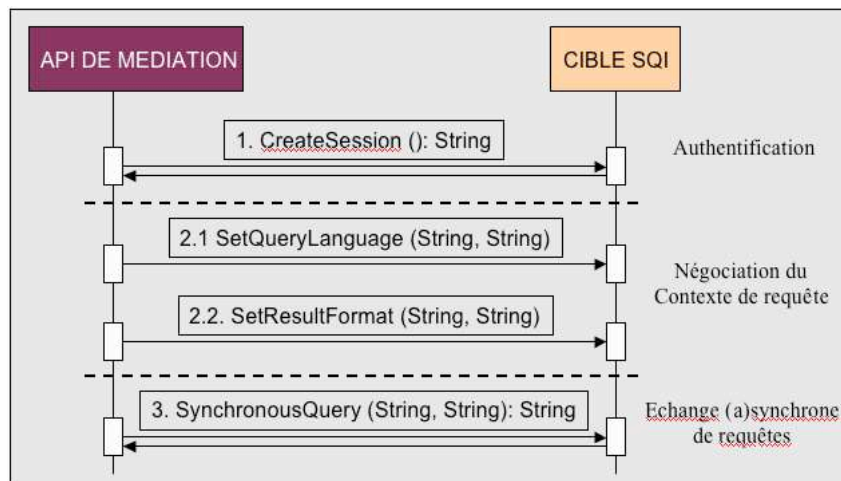


Figure 3. Scénario de fédération de ressources pédagogiques en mode synchrone

La Figure 3 illustre le diagramme de séquence UML correspondant aux différentes phases nécessaires à l'initialisation des services et à l'envoi d'une requête :

1. Phase d'authentification : l'API (Application Programming Interface) s'authentifie auprès de l'interface de services (SQI) qui lui retourne un identifiant de session sous forme d'une chaîne de caractères. Cet identifiant est un élément obligatoire pour que les interfaces de requête identifient les systèmes source et cible dans toutes les communications sous-jacentes.

2. Phase de négociation du contexte d'échange : l'application définit le langage de requête qui sera utilisé lors des communications sous-jacentes ainsi que le format de résultat correspondant au modèle de métadonnées décrivant les ressources pédagogiques.

3. Le client invoque le service de requête par une méthode correspondant au mode synchrone qui effectuera la recherche au sein des LOR fédérés. L'interface de requête retourne à l'API de médiation les métadonnées des objets pédagogiques satisfaisant les critères de la requête sous forme d'une chaîne de caractères.

4.2. Expérimentation

Nous avons expérimenté ce scénario entre deux LOR basés sur le standard LOM pour le format de métadonnées, respectivement le Knowledge Pool System (KPS) de la Fondation ARIADNE [DUVAL & al. 01] et MERLOT [MERLOT 05]. Une application basée sur l'architecture présentée précédemment et illustrée par la Figure 4 offre une recherche fédérée entre ces deux systèmes. Cette application développée avec le langage de programmation PHP s'appuie sur la bibliothèque NuSOAP [NUSOAP 05] pour invoquer les services Web [SQITARGET 05] qui respectent la spécification SQI et qui ont été développés par l'Université Katholique de Leuven [KUL 05]. Cette technologie de Middleware bénéficie, à l'instar des Middleware orientés objet, de son ouverture et de son étendue basées sur des standards communs tels que XML et HTTP, de sa capacité à « traverser » les pare-feux grâce aux protocoles de transport utilisés (HTTP), et de sa facilité d'utilisation grâce aux multiples outils existants [BARRON & RICKELMAN 01].

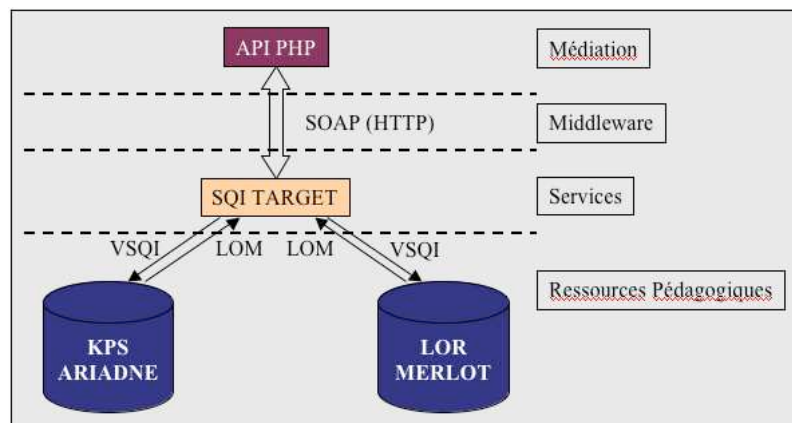


Figure 4. Recherche fédérée sur les deux LORs ARIADNE et MERLOT

Ce moteur de recherche inspiré de « Google » offre les fonctionnalités suivantes : recherche de ressources pédagogiques dans l'un, l'autre, ou les deux viviers de connaissance, visualisation des métadonnées associées aux documents, et téléchargement des ressources sur le poste local.

L'interface expérimentale de recherche masque la complexité du système mis en œuvre à l'utilisateur final et propose une vue unique de l'ensemble des LORs fédérés. Pour le moment, seul le langage de requête VSQI (Very Simple Query Interface) est implémenté par la cible SQI support mais des développements en cours visent l'interopérabilité avec d'autres langages. Une collaboration entre des

chercheurs impliqués dans l'initiative LEARNet [LEARNET 05] et notre équipe devrait mener à une recherche fédérée entre leur Learning Resource Catalog (LRC) et le KPS ARIADNE.

A travers cette application, nous sommes capables de retrouver une masse importante d'objets pédagogiques de nature variée, favorisant ainsi la possibilité d'attirer de nouveaux utilisateurs. Il faut alors leur offrir des moyens pour exploiter ces ressources au sein d'un EIAH. Ces aspects relatifs à la mutualisation des ressources pédagogiques sont traités dans le cadre de nos travaux menés au sein du Comité Directeur de la Fondation ARIADNE : nous avons implémenté une interface qui permet à deux LMS différents d'interagir avec le KPS ARIADNE. Nous avons ainsi enrichi ces LMS des fonctionnalités de recherche, téléchargement, et transfert des ressources au sein d'un cursus existant ou lors de la création d'un nouveau cursus. Une des plates-formes d'apprentissage permet la constitution de parcours qui respectent la spécification SCORM, ce qui renforce le caractère normalisé de notre architecture. Ce mécanisme facilement adaptable à d'autres LMS pourrait être appliqué non pas au seul vivier ARIADNE, mais à l'ensemble de la recherche fédérée.

5. Conclusions et perspectives

Nous avons présenté dans cet article une architecture basée sur des standards pour la virtualisation de ressources pédagogiques avant de la valider par un scénario et une expérimentation menée entre deux LOR indépendants. La flexibilité du cadre de travail proposé, en partie due à l'adoption et à la facilité d'utilisation des protocoles et technologies retenues, offre une modularité des composants, spécifiquement lorsqu'il s'agit de fédérer d'autres viviers de connaissance. La recherche fédérée nous a permis d'augmenter considérablement la masse pédagogique disponible à partir d'un outil unique, puisque le nombre de ressources a triplé : environ quinze milles objets peuvent être visualisés au sein de notre application. La mutualisation de ces ressources à travers leur intégration au sein de divers plates-formes d'apprentissage est en cours de réalisation.

Un danger conséquent est l'obtention d'un nombre trop important de ressources pédagogiques pour une requête particulière. Nous devons travailler sur l'optimisation des requêtes afin d'affiner les capacités de notre moteur de recherche de ressources pédagogiques, en collaboration avec d'autres spécialistes de ce domaine.

D'autre part, les différents acteurs du Web ont pris conscience depuis quelques années de la nécessité d'ajouter aux ressources du Web des informations sur leur contenu, c'est-à-dire des métadonnées. A l'origine du Web sémantique, cette valeur ajoutée permet une recherche plus efficace et pertinente des ressources pédagogiques. Actuellement en plein essor, une interopérabilité entre le Web sémantique et les LOR augmenterait de façon incommensurable le nombre de ressources disponibles. Cette fédération pourrait devenir une source vivante et grandissante de riches objets pédagogiques qui pourrait servir de fondation globale

pour l'apprentissage, parallèlement au World Wide Web mais apportant les avantages de structuration et maîtrise de la recherche pour des domaines spécifiques métiers. Dans cette hypothèse, nous devons faire face à un nombre considérable de ressources pédagogiques. Se pose alors le problème de leur gestion pour maintenir leur consistance vis-à-vis des systèmes exploitant ces ressources.

6. Bibliographie

- [ATICA 01] Agence pour les Technologies de l'Information et de la Communication dans l'Administration. (2001). Club Interope_rabilite_ du 25 Octobre 2001, http://www.adae.gouv.fr/upload/documents/club_interop_20011025.PDF, 2005.
- [BARRON & RICKELMAN 01] Barron A. E., Rickelman C., « Management systems », *Handbook of Information technologies for education and training*, Adelsberger, H.H., Collis, B., & Pawlowski, J. M., Berlin, 2001.
- [BOURDA & HELIER 00] Bourda Y., Hélier M., « What metadata and xml can do for learning objects », *WebNet Journal*, vol. 2, n° 1, 2000, p. 24-31.
- [BROISIN & al. 04] Broisin J., Demers B., Alibert A., Marquié D., Baqué P., Vidal P., « Serveur de Contenus e-mi@ge pour une Exploitation Pédagogique », *Colloque miage et e-mi@ge*, Marrakech, 15-17 Mars 2004.
- [DUVAL & al. 01] Duval E., Forte E., Cardinaels K., Verhoeven B., Durm V., Hendrikx K., Forte M.W., Ebel N., Macowicz M., Warkentyne K., and Haenni F., « The ARIADNE Knowledge Pool System », *Communications of the A.C.M.*, vol. 44, n° 5, 2001, p.73-78.
- [FORTE & al. 96] Forte E., Wentland-Forte W., Duval E., « Ariadne: a framework for technology-based open and distance education », *Proceedings of EAEEIE'96: Telematics for Future Education and Training*, Oulu, 12-14 Juin 1996, p. 69-72.
- [FORTE & al. 97] Forte E., Wentland M. H. K., Duval E., « The ARIADNE Project (Part 1 and Part 2): Knowledge Pools for Computer-based and Telematics supported Classical, Open and Distance Education », *European Journal of Engineering Education*, vol. 22, n°1 et n°2, 1997.
- [FRIESEN & MAZLOUMI 04] Friesen K., Mazloumi N., « Integration of Learning Management Systems and Web Applications using Services Web », *Advanced Technology for Learning*, vol. 1, n° 1, ACTA Press, Calgary, 2004, p.16-24.
- [GLADWELL 02] Gladwell M., *The tipping point: How Little Things can Make a Big Difference*, Paperback, USA, 2002.
- [IEEE 02] IEEE 1484.12.1-2002. (2002). Draft Standard for Learning Object Metadata, http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf, 2005.
- [MARAVAL & al. 04] Maraval P., Vidal P., Mutualisation de contenus pédagogiques : Interopérabilité entre un vivier de connaissances et une plateforme de formation en ligne, rapport de DEA, Université Paul Sabatier, 2004, 69 p.
- [MICHAU & POIX 03] Michau F., Poix S.S., « Proposition de carte organisationnelle Décrire le rôle d'un Environnement informatique au sein d'un dispositif pédagogique », *Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain 2003*, Strasbourg, 15-17 avril 2003.

- [SIMON & al. 04] Simon B., Massart D., Van Assche F., Ternier S., Duval E. (2004), Simple Query Interface Specification, <http://rubens.cs.kuleuven.ac.be/vqwiki-2.5.5/jsp/Wiki?LorInteroperability>, 2005.
- [SIMARD 02] Simard C., « Normalisation de la formation en ligne : Enjeux, tendances et perspectives », *Agence Universitaire de la Francophonie*, Bureau Amérique du Nord, février 2002.
- [VIDAL & al. 04] Vidal P., Broisin J., Duval E., « Learning Objects : the ARIADNE Experience », *IFIP World Computer Congress*, Toulouse, 22-27 août 2004. p. 551-556.
- [VIDAL & al. 03] Vidal P., Alibert A., Baqué P., « Towards E-Learning Platforms Interoperability: an Opening Solution », *4th IEEE International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training ITHET'03*, Marrakech, 7-9 juillet 2003, p.193-199.

7. Références sur le WEB

- [CANCORE 05] <http://www.cancore.ca/fr/>, 2005.
- [DC 05] <http://www.dublincore.org>, 2005.
- [IBM 05] http://www.can.ibm.com/affaires_electroniques/virtualization_f.html, 2005.
- [IMS-LD 05] <http://www.imsglobal.org/learningdesign/>, 2005.
- [KUL 05] <http://kuleuven.ac.be>, 2005.
- [LEARNET 05] <http://learnnet.hku.hk/>, 2005.
- [MERLOT 05] <http://fedsearch.merlot.org>, 2005.
- [NUSOAP 05] <http://dietrich.ganx4.com/nusoap/index.php>, 2005.
- [OKI 05] <http://www.okiproject.org/>, 2005.
- [OWASIS 05] <http://gi.insa-lyon.fr/insav/public/village/Apropos/page1.html>, 2005.
- [SCORM 05] <http://www.adlnet.org/index.cfm?fuseaction=scormabt>, 2005.
- [SIF 05] <http://www.sifinfo.org>, 2005.
- [SQITARGET 05] <http://ariadne.cs.kuleuven.ac.be/AWS-4.2/services/SQITarget?wsdl>, 2005.
- [TELECAMPUS 05] <http://cours.telecampus.edu/subjects/index.cfm>, 2005.
- [RDF 05] <http://www.w3c.org/TR/REC-rdf-syntax>, 2005.